

Программирование. Python

Функции

Лекция 11

Кафедра ИВТ и ПМ
ЗабГУ

2019

План

Прошлые темы

Функции

- Определение функции

- Глобальные и локальные переменные

- Параметры функций

- Возвращаемые значения

- Передача параметров по ссылке и по значению

- Чистые функции

Outline

Прошлые темы

Функции

Определение функции

Глобальные и локальные переменные

Параметры функций

Возвращаемые значения

Передача параметров по ссылке и по значению

Чистые функции

- ▶ Что такое стандарт оформления кода?

- ▶ Что такое стандарт оформления кода?
- ▶ Как формулируется теорема о структурном программировании?

Отладка

- ▶ Что такое отладка?
- ▶ Какие ошибки позволяет обнаружить отладка?
- ▶ Что такое трассировка?
- ▶ Что такое точка останова?

Объявление, определение, обращение

- ▶ Что такое объявление?
- ▶ Что такое определение?
- ▶ Что такое обращение?

Outline

Прошлые темы

Функции

Определение функции

Глобальные и локальные переменные

Параметры функций

Возвращаемые значения

Передача параметров по ссылке и по значению

Чистые функции

Проблема?

Требуется напечатать исходный список, затем заменить все его элементы их квадратами и напечатать изменённый список.

```
L = [1.0823, 2.2221, 3.872]
```

```
for e in L:  
    print(f"{e:.2}", end="")
```

```
for i in range( len(L)):  
    L[i] = L[i]**2
```

```
for e in L:  
    print(f"{e:.2}", end="")
```

Проблема?

Требуется напечатать исходный список, затем заменить все его элементы их квадратами и напечатать изменённый список.

```
L = [1.0823, 2.2221, 3.872]

for e in L:
    print(f"{e:.2}", end="")

for i in range( len(L)):
    L[i] = L[i]**2

for e in L:
    print(f"{e:.2}", end="")
```

В чём проблема этого кода?

Можно ли написать код лучше?

Проблема?

Требуется напечатать исходный список, затем заменить все его элементы их квадратами и напечатать изменённый список.

```
L = [1.0823, 2.2221, 3.872]
```

```
for e in L:  
    print(f"{e:.2}", end="")
```

```
for i in range( len(L)):  
    L[i] = L[i]**2
```

```
for e in L:  
    print(f"{e:.2}", end="")
```

Проблема: Код для вывода списка вещественных чисел на экран повторяется.

Решение

Код на предыдущем слайде нарушает принцип *"не повторяй себя"*

Для соблюдения этого принципа нужен способ выполнения одного и того же кода при котором, сам код будет приведён (определён) только один раз.

Другими словами нужно не определён код несколько раз, а *ВЫЗЫВАТЬ*.

Подпрограмма

Подпрограмма (subroutine) — поименованная или иным образом идентифицированная часть компьютерной программы.

Подпрограммы можно вызывать используя их имя.

В Python подпрограммы называются **функциями**.

Outline

Прошлые темы

Функции

Определение функции

Глобальные и локальные переменные

Параметры функций

Возвращаемые значения

Передача параметров по ссылке и по значению

Чистые функции

Функции

Подобно переменным, функции в Python нужно *определять* перед использованием.

Определение функции

```
def имя_функции( параметр1, параметр2, ... ):
    global глобальные переменные # не обязательно
    оператор1
    оператор2
    ...
    return значение # не обязательно
```

Функции

```
def имя_функции( параметр1, параметр2, ... ):
    global глобальные переменные # не обязательно
    операторы
    ...
    return значение # не обязательно
```

- ▶ def - оператор объявления функции
- ▶ global определяет список глобальных (внешних) переменных, которые будут использованы функцией. Приводятся только пользовательские переменные. Может отсутствовать.
- ▶ return - завершает функцию и возвращает значение; может отсутствовать.

Функции

Самая простая функция:

```
def foo():  
    pass
```

- ▶ не принимает параметров
- ▶ ничего не делает (оператор pass)

Функции

```
def foo():  
    print("Задача № 123")  
    print("Автор: Иванов. А. Б.")
```

- ▶ Тело функции заканчивается там, где заканчивается вложенный блок.
- ▶ Выполнение функции завершается либо там, где заканчивается её тело, либо там где выполнится оператор `return`

Проблема?

Требуется напечатать исходный список, затем заменить все его элементы их квадратами и напечатать изменённый список.

```
L = [1.0823, 2.2221, 3.872]
```

```
for e in L:  
    print(f"{e:.2}", end="")
```

```
for i in range( len(L)):  
    L[i] = L[i]**2
```

```
for e in L:  
    print(f"{e:.2}", end="")
```

Проблема: Код для вывода списка вещественных чисел на экран повторяется.

Решение

Решение проблемы со слайда 9: представить повторяющийся код в виде функции, затем вызывать функцию по необходимости:

```
# зарезервированное слово def позволяет объединить  
# вложенный код в функцию  
# этот код будет выполнен только тогда,  
# когда функция будет вызвана
```

```
def print_list():  
    global L  
    for e in L:  
        print("{:.2}".format(e), end="")
```

```
L = [1.0823, 2.2221, 3.872]
```

```
print_list() # вызов функции
```

```
for i in range( len(L)):  
    L[i] = L[i]**2
```

```
print_list() # вызов функции
```

Определение

- ▶ Хотя функция приведена в самом начале программы, она будет выполнена только тогда, когда её вызовут.
- ▶ В этом состоит разница между *определением* функции и её *ВЫЗОВОМ*

- ▶ **Определение функции** начинается с ключевого слова `def`

```
def print_list():  
    global L  
    for e in L:  
        print("{:.2}".format(e), end="")
```

- ▶ Первая строка определения функции - это её **заголовок** (сигнатура)

```
def print_list():
```

- ▶ После заголовка приводится **тело функции** - это вложенный блок кода

```
    global L  
    for e in L:  
        print("{:.2}".format(e), end="")
```

Вызов

- ▶ Если функция определена, то она может быть вызвана
- ▶ Функция должна быть определена раньше чем вызвана
- ▶ **Вызов** функции содержит указание её имени, за которым идут круглые скобки

```
print_list()
```

Outline

Прошлые темы

Функции

Определение функции

Глобальные и локальные переменные

Параметры функций

Возвращаемые значения

Передача параметров по ссылке и по значению

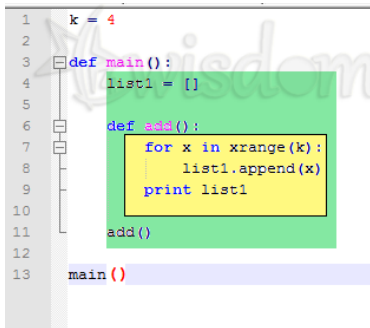
Чистые функции

Глобальные и локальные переменные

область видимости (scope) - область программы, в пределах которой идентификатор (имя) некоторой переменной продолжает быть связанным с этой переменной и возвращать её значение

Глобальные и локальные переменные

область видимости (scope) - область программы, в пределах которой идентификатор (имя) некоторой переменной продолжает быть связанным с этой переменной и возвращать её значение



```
1  k = 4
2
3  def main():
4      list1 = []
5
6      def add():
7          for x in xrange(k):
8              list1.append(x)
9              print list1
10
11         add()
12
13  main()
```

The image shows a Python code editor with a variable `k` and two functions, `main` and `add`. The code is color-coded to show different scopes: a grey vertical bar on the left highlights the global scope (lines 1-13), a green background highlights the `main` function's scope (lines 3-11), and a yellow box highlights the `add` function's scope (lines 6-10). A tree view on the left side of the editor shows the hierarchical structure of the code blocks.

Серым, зелёным и жёлтым выделены разные области видимости (от наибольшей к наименьшей)

Глобальные и локальные переменные

глобальной переменной называют переменную, областью видимости которой является вся программа

локальной переменной называют переменную, объявленную внутри блока кода, например внутри функции.

Глобальные и локальные переменные

```
A = 42 # глобальная переменная
```

```
def foo():
```

```
    x = 1 # локальная переменная
```

```
    y = 2 # локальная переменная
```

```
z = 300 # глобальная переменная
```

```
# x и y здесь не видны
```

Глобальные переменные

Переменная `L` - глобальная. Значит она доступна во всей программе.

Однако стоит помнить, что любая переменная доступна только в коде приведённом *после* её объявления.

```
1  def print_list():
2      for e in L:
3          print("{:.2}".format(e), end="")
4
5  print_list()  # ошибка! Переменная L не объявлена
6  L = [1.0823, 2.2221, 3.872]
```

Функции. Рекомендацию по стилю

- ▶ Функции располагаются в самом начале программы, после подключения модулей и объявления глобальных переменных.
- ▶ Одну функцию от другой следует отделять двумя пустыми строками
- ▶ Имя функции должно быть лаконичным: отражать её назначение и быть кратким

Функции и логическая структура программы

Описание программы, автор

подключение модулей

глобальные переменные

описание функций

```
def foo():
```

```
    . . .
```

```
def bar():
```

```
    . . .
```

основная программа:

ввод данных

обработка

вывод данных

Глобальные переменные

Изменение глобальных переменных внутри функций.

Проблема:

```
def foo():  
    x = 42  # создание локальной переменной
```

```
x = 0  
foo()  
print(x)  # 0
```

В Python объявление переменной - это задание ей значения. Поэтому внутри функции foo объявлена новая (локальная) переменная, а не изменена глобальная.

Локальные переменные при совпадении имён всегда затеняют глобальные.

Глобальные переменные

Изменение глобальных переменных внутри функций.

Решение:

```
def foo():  
    global x  
    x = 42  # изменение глобальной переменной  
  
x = 0  
foo()  
print(x)  # 42
```

Чтобы изменить внутри функции глобальную переменную, нужно внутри этой функции указать после служебного слова `global` имя переменной.

Глобальные переменные

Чтобы изменить несколько глобальных переменных внутри функции, нужно их перечислить после `global`

Решение:

```
def foo():  
    global x, y, s  
    x = 42  
    y = 43  
    s = "abc"
```

```
x,y = 0,0  
s = "qwerty"  
foo()  
print(x)  # 42  
print(y)  # 43  
print(s)  # "abc"
```

О использовании глобальных переменных

Глобальная переменная - один из путей передачи "внешних" данных в функцию.

Недостатки глобальных переменных

- ▶ Такой подход часто лишает функцию гибкости - глобальная переменная жёстко "зашита" в теле функции. Но что если нужно выполнить всё работу, которую выполняет функция, с другой глобальной переменной?

При вызове функции непонятно какие глобальные переменные она использует. Приходится изучать исходный код каждой функции чтобы это выяснить.

Поэтому использование глобальных переменных следует свести к минимуму, отказываясь от них когда это возможно.

Outline

Прошлые темы

Функции

Определение функции

Глобальные и локальные переменные

Параметры функций

Возвращаемые значения

Передача параметров по ссылке и по значению

Чистые функции

Параметры функций

Проблема:

```
def print_list():  
    for e in L:  
        print("{:5.2}".format(e), end="")  
    print()
```

```
L = [1.0823, 2.2221, 3.872]
```

```
print_list()
```

```
L2 = []
```

```
for i in range( len(L)):  
    L2 += [ L[i]**2 ]
```

```
print_list()  # как напечатать L2 ?
```

Параметры функций

Решение проблемы глобальных переменных - организовать новый способ передачи информации в функцию.

Параметры при объявлении функции указываются в круглых скобках через запятую:

функция с двумя параметрами

```
def foo(x, y):  
    print(x+y)
```

Такие параметры называются формальными.

Формальный параметр - аргумент, указываемый при объявлении или определении функции.

Параметры функций

```
# функция с двумя параметрами  
# x, y - формальные параметры  
def foo(x, y):  
    print(x+y)
```

При вызове функции также также нужно будет указать её аргументы - фактические параметры.

```
...  
# 20, 30 - фактические параметры  
foo( 20, 30)  # 50
```

Фактический параметр — аргумент, передаваемый в функцию при её вызове

Параметры функций

Формальные параметры можно рассматривать как локальные переменные внутри функции*

Фактические - как значения этих формальных переменных**

Имена формальных переменных от вызова к вызову функции не изменяются.

Значения фактических переменных могут меняться.

Параметры функций

```
# x, y - формальные параметры  
def foo(x, y):  
    print(x+y)
```

```
foo(1, 2)  # 3
```

```
# на месте фактических параметров  
# могут быть глобальные переменные  
a = 7  
foo(a, 5)  # 12
```

```
# на месте фактических параметров могут быть выражения  
foo(2*4, 5)  # 13  
foo(1, a**2 + 1)  # 51
```


Параметры функций

Как решить проблему?

```
def print_list():  
    for e in L:  
        print("{:5.2}".format(e), end="")  
    print()
```

```
L = [1.0823, 2.2221, 3.872]
```

```
print_list()
```

```
L2 = []  
for i in range( len(L)):  
    L2 += [ L[i]**2 ]
```

```
print_list()  # как напечатать L2 ?
```

Параметры функций

Объявить формальный параметр в функции, через который передавать список:

```
def print_list(l):  
    for e in l:  
        print("{:5.2}".format(e), end="")  
    print()
```

```
L = [1.0823, 2.2221, 3.872]
```

```
print_list(L)
```

```
L2 = []  
for i in range( len(L)):  
    L2 += [ L[i]**2 ]
```

```
print_list(L2)
```

Параметры функций

Контролировать тип фактических переменных - задача программиста:

```
def foo(x, y):  
    print(x+y)
```

```
foo(10, "123")
```

```
Traceback (most recent call last):
```

```
File "my_progr.py", line 5, in <module>
```

```
    foo(10, "123")
```

```
File "my_progr.py", line 2, in foo
```

```
    print(x + y)
```

```
TypeError: unsupported operand type(s) for +: 'int' and 'str'
```

Документирование функций

Чтобы у программиста использующего функцию не возникало проблем с определением типа и смысла параметров, нужно указывать их в комментарии.

Это особенно важно для сложных функций, в которых трудно сразу понять тип и смысл параметров

Хорошим тоном считается также пояснение назначения функции

```
def foo(x, y):  
    """выводит на экран сумму аргументов x, y  
    x,y - целый или вещественный тип"""  
    print(x+y)
```

Предусловия

Кроме указания типа данных и смысла параметров полезно указывать ограничения налагаемые на их значения - *предусловия*.

Перед выполнение своих основных действий функция должна проверить соответствие параметров предусловиям¹.

```
def circle_area(r):  
    """вычисляет площадь круга с радиусом r  
    где r > 0  
    """  
    if r >= 0: #проверка предусловия  
        return pi * r**2
```

¹функция может просто не выполнить никаких действий если предусловия не выполнены или создать исключение (см. обработку исключительных ситуаций)

Параметры функций

При создании функции нужно задавать вопрос: "Какие параметры она должна иметь?"

С этой точки зрения хорошей можно назвать ту функцию, которую не нужно переделывать если изменятся используемые ей данные.

Outline

Прошлые темы

Функции

Определение функции

Глобальные и локальные переменные

Параметры функций

Возвращаемые значения

Передача параметров по ссылке и по значению

Чистые функции

Возвращаемые значения

Проблема:

```
def foo(x,y,z):  
    z = ( x + y )**2  
  
z = 0  
foo(1,2,z)  
  
print(z)    # 0  
# z не изменилась
```

Как получить данные из функции?

Возвращаемые значения

Один из способов получения данных из функции - возвращаемые значения.

Оператор **return** используется чтобы вернуть значения из функции.

Функцию возвращающую результат можно использовать в качестве правого операнда оператора присваивания.

```
def foo(x,y):  
    return ( x + y )**2
```

```
z = foo(1,2)  
print(z)    # 9
```

```
z = foo(3,4)  
print(z)    # 25
```

Возвращаемые значения

Функция может возвращать несколько значений - кортеж.

```
def foo(x,y):  
    return x+y, x*y
```

```
a,b = foo(1,2)  # 3, 2
```

```
a,b = foo(3,4)  # 7, 12
```

Возвращаемые значения

Для улучшения читаемости программы иногда лучше записывать значения во временные локальные переменные, а уже потом возвращать:

плохая читаемость

```
def foo(x,y):  
    return x+y**2 - 1 - sin(x), (x-y)**0.5 + 0.5*ln(y)
```

хорошая читаемость

```
def foo(x,y):  
    r1 = x+y**2 - 1 - sin(x)  
    r2 = (x-y)**0.5 + 0.5*ln(y)  
    return r1, r2
```

Возвращаемые значения

Если внутри функции не используется оператор `return` или он используется без значения, то возвращаемое значение такой функции - **None**

```
def foo(x,y):  
    print(x+y)
```

```
def bar(x,y):  
    print(x*y)  
    return
```

```
a = foo(1,1)    # a = None  
b = bar(1,2)    # b = None
```

Возвращаемые значения

Оператор `return` можно использовать не только для возвращения значения, но и для безусловного выхода из функции.

Операторы следующие за **`return`** никогда не выполняются:

```
def foo(x,y):  
    print(x+y)  
    return  
    print("Это никто не увидит")  
    print("И это тоже")
```

Возвращаемые значения

Оператор `return` можно использовать для того чтобы сообщить, что в функции что-то пошло не так.

```
def foo(x,y):  
    print(x+y)  
    if y==0:  
        return -1  
    print(x/y)
```

```
a = 0  
if foo(1, a) == -1:  
    print("Некорректные входные данные функции ... ")
```

Outline

Прошлые темы

Функции

Определение функции

Глобальные и локальные переменные

Параметры функций

Возвращаемые значения

Передача параметров по ссылке и по значению

Чистые функции

Передача параметров по ссылке и по значению

Существуют два способа передачи фактических параметров в функцию:

- ▶ по ссылке
- ▶ по значению

Передача параметра по значению

Изменение формального параметра внутри функции не влияет на фактический.

Это происходит потому, что внутри функции создаётся копия фактического параметра.

```
# x - формальный параметр
```

```
def foo(x):
```

```
# изменится локальная копия фактического параметра
```

```
    x = 1000
```

```
a = 42
```

```
foo(a) # a - фактический параметр
```

```
print(a) # 42
```

```
foo(12345) # 12345 - фактический параметр
```

Передавать по значению можно как переменные так и выражения.

Передача параметра по ссылке

Изменение формального параметра внутри функции приводит к изменению фактического.

Поэтому передавать по ссылке можно только фактические параметры-переменные.

В Python, в отличие от многих других языков, нет синтаксических средств для того, чтобы указать способ передачи параметра.

Это сделано потому, что лучший (и самый очевидный) передать выходные данные из функции - это вернуть их с помощью оператора `return`.

Передача параметров по ссылке и по значению

Однако, некоторые типы данных по умолчанию передаются по ссылке.

Неизменяемые типы данных передаются по значению

- ▶ bool
- ▶ int
- ▶ float
- ▶ complex
- ▶ str
- ▶ tuple

Передача параметров по ссылке и по значению

Изменяемые типы данных передаются по значению

- ▶ list
- ▶ dict
- ▶ set
- ▶ class

Передача параметра по значению

```
# x - формальный параметр
def foo(x):
    # изменится локальная копия фактического параметра.
    x = 1000

# l - формальный параметр
def bar(l):
    l[0] = 1000

a = 42
foo(a)  # a - фактический параметр
print(a)  # 42

L = [42]
bar(L)  # L - фактический параметр
print(L)  # [1000]
```

Передача параметра по значению и по ссылке

Объекты созданные внутри функции существуют до конца выполнения функции.

Даже если присваивать их параметру переданному по ссылке.

```
def foo(x):  
    x = x*2
```

```
a = 7  
foo(a)  
print(a)    # 7
```

```
a = [1,2]  
foo(a)  
print(a)    # [1,2]
```

Передача параметра по значению и по ссылке

Фактический параметр переданный по ссылке может быть *изменён* внутри функции.

```
def foo(x):  
    x += x
```

```
a = 7  
foo(a)  
print(a)    # 7
```

```
a = [1,2]  
foo(a)  
print(a)    # [1,2,1,2]
```

Outline

Прошлые темы

Функции

Определение функции

Глобальные и локальные переменные

Параметры функций

Возвращаемые значения

Передача параметров по ссылке и по значению

Чистые функции

Чистые функции

Побочный эффект функции — возможность в процессе выполнения своих вычислений: читать и модифицировать значения глобальных переменных, осуществлять операции ввода-вывода, реагировать на исключительные ситуации, вызывать их обработчики.

Если функция меняет входной параметр, то она имеет побочный эффект.

Если вызвать функцию с побочным эффектом дважды с одним и тем же набором значений входных аргументов, может случиться так, что в качестве результата будут возвращены разные значения.

Чистые функции

функция с побочными эффектами

```
def foo1(a,b):  
    global c  
    c = a + b
```

функция с побочными эффектами

```
def foo2(a,b):  
    c = a + b  
    print(c)
```

функция без побочных эффектов

```
def bar(a,b):  
    return a+b
```

Чистые функции

Недетерминированность функции — возможность возвращения функцией разных значений несмотря на то, что ей передаются на вход одинаковые значения входных аргументов.

Чистые функции

недетерминированная функция

```
def foo(a,b):  
    return random()*(b-a)+a
```

детерминированная функция

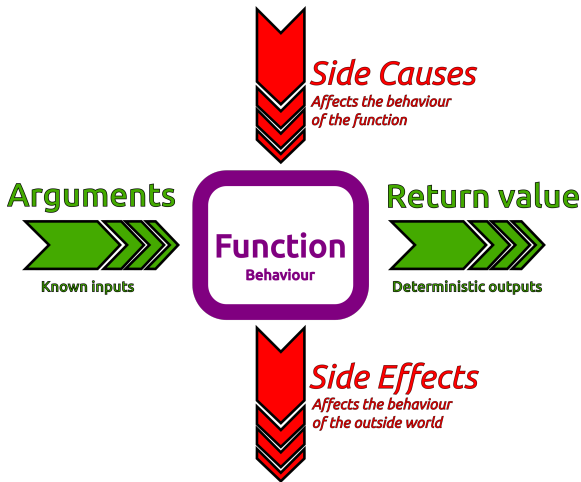
```
def bar(a,b):  
    return a+b
```

Чистые функции

чистая функция, это функция, которая:

- ▶ является детерминированной;
- ▶ не обладает побочными эффектами.

Чистые функции



Чистые функции

Так как результат чистых функций всегда предсказуем, транслятор может оптимизировать их вызовы: анализировать код и запоминать результаты функций с часто повторяющимся набором значений. Далее вместо вызова функции будет сразу подставлен её результат.

Кроме этого использование чистых функций позволяет избежать многих ошибок потому, что все данные изменяются явно.

Поэтому следует стремиться к написанию чистых функций когда это возможно.

Ссылки и литература

Ссылка на слайды

github.com/VetrovSV/Programming